

⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ **Patentschrift**  
⑯ **DE 41 90 521 C 1**

⑯ Int. CL 6:  
**H 04 R 1/46**  
H 04 R 17/02  
H 04 R 9/08  
// H 04 M 1/05

⑯ Deutsches Aktenzeichen: P 41 90 521.0-31  
⑯ PCT-Aktenzeichen: PCT/CH91/00054  
⑯ PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 91/14350  
⑯ PCT-Anmeldetag: 11. 3. 91  
⑯ PCT-Veröffentlichungstag: 19. 9. 91  
⑯ Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 3. 3. 94

DE 41 90 521 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑯ Unionspriorität: ⑯ ⑯ ⑯  
12.03.90 CH 784/90

⑯ Patentinhaber:  
Bolliar, Edwin, Zürich, CH; Meister, Erwin, Buchberg, CH

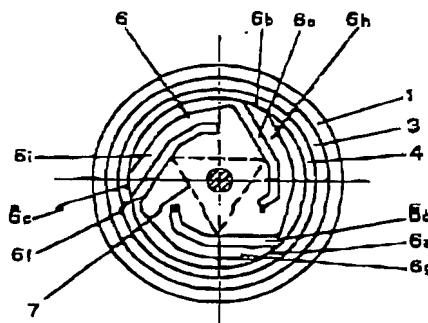
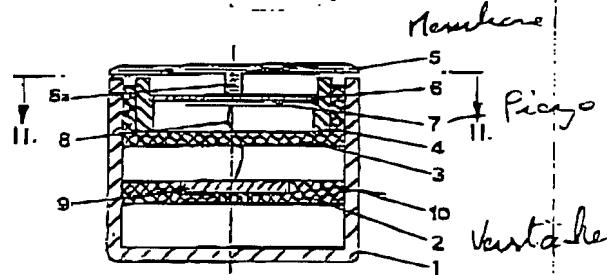
⑯ Vertreter:  
von Bezold, D., Dr.rer.nat.; Schütz, P., Dipl.-Ing.; Heusler, W., Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 80333 München

⑯ Erfinder:  
gleich Patentinhaber

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:  
US 45 91 668  
US 23 11 418

⑯ Auf Körperschall ansprechendes Mikrofon

⑯ Bei einem auf Körperschall wirkenden Mikrofon (1-10), das im wesentlichen aus einer Mikrofonkapsel (1), einer körpersitzigen Membran (5), einem der körpersitzigen Membran (5) nachgeschalteten Wandler, mit oder ohne Verstärker (2)/Impedanzwandler (9) besteht, werden die von der körpersitzigen Membran (5) aufgefangenen Schwingungen, die von den Sprachlaute erzeugt werden, an eine der körpersitzigen Membran (5) nachgeschaltete Platte (6) weitergeleitet. In diese Platte (6) ist ein piezoelektrischer Resonator (7) integriert, der über die Platte (6) in Wirkverbindung mit einem aus der Membran (5) hinausragenden Zapfen (5a) steht. Die Platte (6) ist so konzipiert und über einen Ring (4) und Isolationskörper (3) so verankert, daß die hohen Frequenztöne aus den Sprachlaute, die einen kleinen Anteil des ganzen Spektrums ausmachen, im Sinne einer Wirkungsgraderhöhung hinsichtlich der Klangfarbe, bevorzugt werden.



DE 41 90 521 C 1

DE 41 90 521 C1

1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein auf Körperschall ansprechendes Mikrofon gemäß Oberbegriff des Patentanspruchs 1 oder 2. Mikrofone dieser Gattung sind aus der US-PS 4 591 668 bzw. aus der US-PS 2 311 416 bekannt. Die Erfindung betrifft auch eine Verwendung derartiger Mikrofone.

## Stand der Technik

Bei Hör-Sprech-Garnituren wird die Sprechfunktion nach bekanntgewordenem Stand der Technik mehrheitlich durch dynamische Lärmkompenzierte Mikrofone erstellt. Dies hängt im wesentlichen damit zusammen, daß diese Mikrofone mittlerweile einen guten Abschirmungsgrad gegen Umgebungsgeräusche bereitzustellen vermögen, und daß die Wiedergabe der Stimmlaute bинtlich Klangcharakters und Klangfarbe einen hohen Qualitätsstand erreicht hat. Dieses Leistungspotential setzt freilich voraus, daß die Handhabung dieser Mikrofone nach den an sich ertragierten Bedienungsvorschriften geschieht. Indessen, es liegt auf der Hand, daß ein solcher als Mikrofonhalter dienender Vorbau im Bereich der Mundöffnung sich verschiedentlich als störend erweisen kann, dann vielfach ist erwünscht oder ist eine unabdingbare Bedingung, daß die vordere Gesichtsfläche von solchen Hilfsmitteln frei bleiben muß. Im Lichte dieser Tatsache ist immer wieder der Versuch unternommen worden, hiergegen mittels eines auf Körperschall wirkenden Mikrofons Abhilfe zu schaffen. Beim Einsatz von zum Stand der Technik gehörenden Kehlkopfmikrofonen ist indessen zu berücksichtigen, daß diese bereits auf Grund ihres Wirkungsartes, bezüglich des Auffanges der Sprachlaute, nicht ideale Verhältnisse vorfinden können: Betrachtet man die Qualität der Sprachlaute ab Kehlkopf, läßt sich leicht feststellen, daß der mittlere Anteil der dort freigesetzten Töne hoher Frequenz zu bloß 20% des ganzen Spektrums ausmacht; der Anteil der Töne tiefer Frequenzen beträgt demgegenüber ca. 80%, was für eine präzisstarke Wiedergabe der Sprachlaute zunächst schlecht ist. Es kommt hinzu, daß die physiologische Komponente im Kehlkopf, auch bei normaler Sprachstärke, hohe Geräuschanteile verursacht. Zwar wird der primäre Kehlkopfklang im stimmbildenden Teil dieses Organs (Glotis) soweit umgewandelt, daß daraus durch resonatorische Umformung eine klangmäßig unterscheidbare Stimme entsteht, die aber von der Klangfarbe her immer noch rudimentär ausfällt, denn bekanntlich erfolgt die Schlußmodellierung der Stimme in anderen sprachbildenden Organen (Zunge, Lippen, Unterkiefer, Gaumensegel, Zähne etc.), jeweils auf Grund der individuellen Beschaffenheit solcher Organe, was dann zu einem unterscheidbaren Stimmklang führt. Die bis heute bekanntgewordenen, auf Körperschall ansprechenden Mikrofone, vermögen hier nicht zufriedenstellende Abhilfe zu schaffen, weshalb der Einsatz von Lippenmikrofonen nach wie vor seine Berechtigung hat.

Im Lichte dieser Sachlage ist in der DE-PS 22 30 637 der Vorschlag beschrieben, das Auffangen der Sprachlaute anderweitig vorzunehmen: Mittels Einsatzes eines an sich voluminösen Tauchspulengradientenmikrofons wird der Abnahmepunkt der Sprachlaute in die Umgebung des Kiefergelenkknorpels verlegt. Diese Platzierung geht von der Überlegung aus, die Sprachlaute dort aufzufangen, wo sie körperschallmäßig größtmäßig ausmodelliert vorliegen. Zwar läßt sich damit hinsichtlich

2

Klangfarbe der wiedergegebenen Sprachlaute eine Qualitätsverbesserung erzielen, indessen, die Akzeptanz des hier vorgeschlagenen Mikrofons ist nicht zuletzt wegen seiner voluminösen Ausgestaltung sowie wegen der immer noch unerreichten Qualitätsvorstellung auf Seite des Benutzers nicht im erwünschten Masse erzielt worden.

Das aus der eingangs genannten US-PS 4 591 668 bekannte Körperschall-Mikrofon enthält als Wandler eine Platte, die einen integrierten piezoelektrischen Resonator aufweist und an verschiedenen diskreten Stellen direkt oder indirekt mit der Mikrofonkapsel verbunden ist und Einschnitte nahe den Verbindungsstellen aufweist. Diese Einschnitte sind so ausgebildet, daß sich ein allgemein S-förmiges Band ergibt, dessen mittlerer Teil den Resonator trägt und dessen gegenüberliegende Enden an zwei diagonal gegenüberliegenden Punkten der Mikrofonkapsel befestigt sind. Erklärter Zweck dieser Gestaltung ist es, die wirksame Länge der so geschaffenen Membran zu vergrößern und dadurch ihre Eigenresonanzfrequenz herabzusetzen. Aus der US-PS 2 311 416, die ebenfalls bereits eingangs erwähnt wurde, ist es bekannt, den mechanisch-elektrischen Wandler als Induktionsspule auszubilden und seine schwingende Lage durch zwei parallele kreisrunde Platten oder Scheiben zu realisieren, die über ihren gesamten Umfang zwischen flächig anliegenden Ringen eingeklemmt sind. Von diesem Umfangrand zu dem den Wandler haltenden Mittelteil führen bei jeder dieser Platten drei speichenähnliche Arme, die jedoch nicht radial, sondern gewunden verlaufen, um ihre Nähe und damit die Flexibilität der gesamten Halterung zu vergrößern.

Es wurde gefunden, daß bei allen diesen bekannten Körperschallmikrofonen der Abstand zwischen Störstignal und Nutzsignal bei der Wiedergabe von aufgefangenen Sprachlauten nicht befriedigend ist. Wie weiter unten noch ausführlicher beschrieben wird, gibt es außerdem nachteilige, bisher nicht beherrschbare Schwingungen, die sich mit großer, für die mikrofonmäßige Übertragung nachteiliger Energie entlang den Störseiten der als schwingende Halterung verwendeten Platte fortpflanzen (Oberflächen-Übertragung) und die Übertragung der Sprachlaute beeinträchtigen, die vom körpersitzigen Schallaunehmer her empfangen werden.

## Aufgabe der Erfindung und Lösung

Es ist somit die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, bei einem Mikrofon der hier behandelten Gattung den Abstand zwischen Störsignal und Nutzsignal bei der Wiedergabe von aufgefangenen Sprachlauten zu maximieren, unter gleichzeitiger Ausschaltung von Schallinterferenzen aus den Umgebungsgeräuschen. Die erfundungsgemäßen Merkmale zur Lösung dieser Aufgabe sind im Patentanspruch 1 bzw. im Patentanspruch 2 gekennzeichnet. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sowie eine Verwendung erfundungsgemäßer Mikrofone, sind in den nachgeordneten Patentansprüchen 3 bis 8 beschrieben.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß man die oben erwähnten Beeinträchtigungen der Schwingungsübertragung vermeiden kann, indem man eine Dreipunkt-Fixierung für die schwingende Platte vorsieht und dabei darauf achtet, daß die drei Fixierungspunkte möglichst die Ecken eines gleichseitigen Dreiecks bilden. Es wurde nämlich erkannt, daß die Neutralisierung der erwähnten von einem Punkt zum anderen wandernden Schwingungen umso größer ist, je

DE 41 90 521 C1

3

genauer die drei Fixierungspunkte einem gleichzeitigen Dreieck nabekommen.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung ist die mögliche Miniaturisierung des Mikrofons, die seine Verwendungsmöglichkeiten entscheidend zu erweitern vermag.

Um den Grundgedanken der erfundungsgemäßen Lösung und somit deren Qualität besser zu verstehen, wird es hilfreich sein, einige Gedanken zur Physik der Schwingungsübertragung bei Körperschallmikrofonen auszuführen:

Auf Körperschall wirkende Mikrofone, die im Bereich des Auslaufes des Jochbogens (arcus zygomaticus) oder im Bereich des Gelenkfortsatzes des aufsteigenden Kieferastes (processus condylaris mandibulae) platziert sind, vermögen eine qualitativ hochstehende Wiedergabe der dort aufgefangenen Sprachlaute zu erbringen, denn diese Abnahme betrifft Sprachlaute, die aus der Mundhöhle stammen, also aus einer Umgebung, wo die Stimme farbklänglich ausgeformt ist, und von wo sie dann über den schädelseitigen Gehörgang zum äußeren Knochen des Gehörganges (os tympanicum) wandert, in dessen Bereich sich auch der Auslauf des Jochbogens und, nach unten anschließend, der Gelenkfortsatz des aufsteigenden Kieferastes befinden. Diese Abnahmestellen stellen für ein auf Körperschall ansprechendes Mikrofon ein Optimum dar. Wird diese Konstellation mit dem erfundungsgemäßen Mikrofon gepaart, resultiert daraus der wesentliche Vorteil der Erfindung, der darin zu sehen ist, daß eine Anhebung des Frequenzgangs im Sprechbereich festzustellen ist, welche eine qualitative Verbesserung der Wiedergabe bewirkt, dergestalt, daß mehr an hohen Tonsfrequenzen bevorzugt werden, was die Präsenz der Sprache deutlich anhebt. Durch die Erfindung wird demnach mindestens die Wiedergabequalität eines Lippenmikrofons erreicht, insoweit, als die tiefen Frequenztöne und nasalen Durchsetzungen der Sprachlaute ausgefiltert, resp. unterdrückt werden, und der verhältnismäßig immer noch kleine Anteil an hohen Frequenztönen, aus obengenannten Gründen spannungsmäßig maximiert wird.

Die Vorteile der Erfindung haben einen gemeinsamen Ursprung, der im engsten Zusammenhang mit der Aufbaukonzeption des Erfindungsgegenstandes selbst steht: So überträgt der piezoelektrische Resonator, und in analoger Weise das Induktionselement nur jene Schwingungen auf den Verstärker, die transversal auf die Platte auftreffen. Während der piezoelektrische Resonator in die vorzugsweise aus einem metallischen Werkstoff bestehende Platte integriert ist, ist das Induktionselement dieser Platte in einem gewissen Abstand nachgeschaltet. Zur Platte selbst ist zu sagen, daß diese parallel zu einer vorgelagerten körpersitzigen Membran liegt, und gegenüber einer massenbildenden Urmhüllung vorzugsweise eine Dreipunkt-Fixierung aufweist. Sonach vermögen Schwingungen, die außerhalb der genannten Ebene auf das Mikrofon auftreffen, die Wandler nicht zu beaufschlagen, wobei eine vorzugsweise aus einem Silikonmaterial bestehende Isolierung allgemeine Schallinterferenzen zu neutralisieren vermag.

In diesem Zusammenhang sei auf die geometrische Form der erwähnten Platte sowie auf die in dieser Platte, und wirkungsmäßig auf die Wandler, stattfindenden physikalischen Vorgänge hingewiesen: Die einfachsten flächenhaften Schallgeber sind schwingende Membranen und Platten. Zwischen diesen besteht der gleiche Unterschied wie zwischen einer Seite und einem Stab. Eine Membrane ist physikalisch betrachtet ein so dünnes flächenhaftes Gebilde, daß sie einer Verbiegung kei-

4

nen Widerstand leistet, also keinen Widerstand mehr entgegengesetzt; sie kann daher mechanische Schwingungen nur ausführen, wenn sie durch eine äußere Kraft straff gespannt wird, wie dies beispielsweise bei einer Trommel der Fall ist. Im Gegensatz dazu besitzt eine Platte, infolge ihrer gegenüber einer Membrane größeren Dicke, so viel Biegungselastizität, daß sie ohne äußere Kräfte elastische Schwingungen ausführen kann. Von Bedeutung bei der hiesigen Betrachtung sind dabei freilich nur die Transversalschwingungen, auch Biegungsschwingungen genannt, die die Platte in Schwingung bringen. An sich bräuchte eine Platte demnach gar nicht fixiert zu werden, um die erwünschten Wirkungen zu entfalten. Durch die Wahl einer bestimmten geometrischen Form der Platte sowie durch vorgegebene Anzahl und Ort der Fixierungspunkte zwischen Platte und Außengehäuse läßt sich indessen das Klangbild einer mit Transversalschwingungen beaufschlagten Platte entscheidend verändern. Demnach, die gewählte geometrische Form der Platte und deren Fixierungskonstellation sind vornehmlich ein Maß dafür, wie regelmäßig die Klangfiguren ausfallen. Durch Einwirkung auf diese Variablen läßt sich gewichtig das Klangbild verändern, d. h. damit können die relativen Anteile an hohen und tiefen Tönen verschoben werden. Eine Anhebung des relativ kleinen Anteils an hohen Tönen bei einem auf Körperschall wirkenden Mikrofon gepaart mit einem regelmäßigen Klangbild, läßt sich anhand einer Platte erzielen, die vorzugsweise über drei am Umfang regelmäßig verteilte Fixierungspunkte mit dem massenbildenden Körper des Mikrofons verankert ist. Die Knotenlinien der Klangfigur bei dieser Fixierungsart bilden eine regelmäßig auf Oberschwingungen getrimmte Klangfigur. Dabei ist zu berücksichtigen, daß der optimale schallmäßige Verständigungsbereich sich zwischen 300–3000 Hz bewegt. Damit das aus den Transversalschwingungen entstehende Klangbild, das wegen des Abnahmefeldes der Sprachlaute nach wie vor mit einem relativ großen Anteil an tiefen Frequenztönen charakterisiert ist, nicht zu dumpf ausfällt, dergestalt, daß eine nasale Übertragungsläute die Folge wäre, wird die Erregbarkeit der Platte durch entsprechende Einschnitte erhöht, wobei diese Einschnitte sich gut durch ihre Variierbarkeit als Korrektiv gegenüber den Variablen der Platte und deren Umfeld eignen. Diese Variablen stammen sowohl von den physikalischen Eigenschaften als auch von der geometrischen Form der jeweiligen Platte. Ferner wird der "Peak-Point" (– Höchster Amplitudewert in Abhängigkeit der Frequenz) auch von der Anzahl und vom Ort der Fixierungspunkte zwischen Platte und Umhüllung des Mikrofons beeinflusst. Selbst die Menge und die Qualität der zum Einsatz gelegenden Isolationsmasse im Mikrofon wirkt sich diesbezüglich aus. Diese Variablen entfalten auch per se eine große Wirkung, denn die angestrebte Miniaturisierung des erfundungsgemäßen Gegenstandes läßt nur eine kleine Platte zu, deren minimalste Dicke unter Umständen ein unproportionales Verhältnis zu der vorgegebenen flächennäßigen Ausdehnung ergeben kann.

Was somit allenfalls durch einen aktiven Klangregler, mit seinen Nachteilen am zusätzlichen Platzbedarf und an zusätzlicher Stromkonsumation, bewerkstelligt werden kann, läßt sich nun neu allzus passiv durch die erfundungsgemäße Ausgestaltung des Mikrofons erzielen.

Mit der Erfindung läßt sich zudem eine substantielle Wirkungsgradverbesserung hinsichtlich Klangfarbe der übertragenden Sprachlaute beim Einsatz des erfundungsgemäßen Gegenstandes als Kehlkopfmikrofon er-

DE 41 90 521 C1

5

6

zielen.

Weitere vorteilhafte und zweckmäßige Weiterbildungen und Verwendungen der erfundungsgemäßen Aufgabenlösung sind in den übrigen Ansprüchen gekennzeichnet.

Im folgenden wird anhand der Zeichnung Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert. Alle für das unmittelbare Verständnis der Erfindung nicht erforderlichen Elemente sind fortgelassen. In den verschiedenen Figuren sind gleiche Elemente jeweils mit den gleichen Bezugzeichen versehen.

#### Kurze Beschreibung der Figuren

Es zeigt

Fig. 1 ein auf Körperschall wirkendes Mikrofon.

Fig. 2 eine Ansicht des Mikrofons gemäß Fig. 1, entlang der Schnittebene II-II insbesondere eine Form der Platte.

Fig. 3 eine ohrseitig tragbare Hör-Sprech-Garnitur und

Fig. 4 eine ohrseitig tragbare Hör-Garnitur.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele:

Fig. 1 zeigt ein auf Körperschall wirkendes Mikrofon, das aus einem Außengehäuse 1, einem Verstärker 2, einem Isolationskörper 3, einem vom Isolationskörper 3 umschlossenen Zwischenring 4, einer körpersitzigen Membrane 5, die physikalisch betrachtet eine Platte ist, mit einem sturzseitigen Zapfen 5a, einer Platte 6, in welche ein piezoelektrischer Resonator 7 integriert ist, einem Impedanzwandler 9, einer mikrofoninternen Leitung 8 und einem nach außen geführten Kabel 10 besteht. Die in Fig. 1 gezeigten Elemente 1-10 weisen eine Interdependenz zueinander auf, die sowohl den eigentlichen Übertragungsvorgang, als auch alle flankierenden Maßnahmen zur Steigerung der Übertragungsqualität betreffen. Die Membrane 5 ist so auszustalten, daß die von der Körperschwingungen erzeugte Resonanz auf die mit dem Zapfen 5a in Wirkverbindung stehende Platte 6 und Resonator 7 mit größtmöglichen Wirkungsgrad übertragen wird. Negativ würde sich in diesem Zusammenhang beispielsweise der Einsatz einer Membrane 5 auswirken, die insbesondere auf Grund ihrer physikalischen Eigenschaften nicht in der Lage wäre, die kleinen Anteile an hohen Frequenzen überhaupt weiterzugeben, oder die Eigenschaft hätte, diese Frequenzanteile zu unterdrücken. Die körpersitzige Oberfläche der Membrane 5 ist vorzugsweise mit einem Edelmetall zu beschichten, um deren Haftfestigkeit zu erhöhen. Die Membrane 5 steht über den Zapfen 5a mit der Platte 6 in Wirkverbindung, wobei diese Verbindung vorzugsweise durch einen Teilenkontakt herzustellen ist. Diese Platte 6 kann ohne weiteres eine Zentrierungsvertiefung für den Zapfen 5a aufweisen, wodurch die Montage dieser Teile einer wesentlichen Qualitätsicherung unterworfen ist. Diese Zentrierung vor kehrung zwischen Zapfen 5a und Platte 6 kann dergestalt vorgezogen werden, daß der Zapfen 5a durch eine Hartlötlung mit der Platte 6 verbunden wird. Diese Konfiguration hat den Vorteil, daß die ganze Membrane 5 dadurch gegenüber dem Außengehäuse 1 körperlich nicht gehemmt und demnach absolut freischwingend ist, was sich auf die Übertragung der Körperschwingungen auf die Platte 6 wirkungsgradmäßig positiv auswirkt, weil Unmittelbarkeit vorherrscht. Die Platte 6 ist im Zwischenring 4 eingelassen und liegt dort schulterfli-

chig auf, wobei die gegenseitige Fixierung dieser beiden Teile eingehend unter der Beschreibung von Fig. 2 behandelt wird. Auf die Platte 6, und demnach auf den dort integrierten piezoelektrischen Resonator 7, erfolgt demnach eine schwerpunktformige Beaufschlagung durch Schwingungen, die von der Membrane 5 aufgefangen werden. Die Integrierung des piezoelektrischen Resonator 7 in die Platte 6 ist so vorzusehen, daß der Schwerpunkte beider Elemente demnach zusammenfallen, womit gewährleistet ist, daß der Resonator 7 auch nur punktartig aktiviert wird. Der Zwischenring 4, der als Träger der Platte 6 und des Resonators 7 dient, ist seinerseits in den Isolationskörper 3 eingelassen, dergestalt, daß der piezoelektrische Resonator 7, mit Ausnahme der membranseitigen Fläche, allseitig gegen Umgebungsgeräusche isoliert ist. Als Dämpfungs- resp. Isolations-Material kann beispielsweise eine Silikonmasse zur Anwendung gelangen, die in den freien Raum zwischen Außenfläche des Zwischenringes 4 und Innenseite des Außengehäuses 1 eingegossen werden kann. In den Verstärker 2 ist der Impedanzwandler 9 integriert, wobei dieser über die Leitung 8 spannungsmäßig mit dem piezoelektrischen Resonator 7 verbunden ist. Die zwei letztgenannten Elemente tragen dazu bei, die Wirkungsgradausbeute bei der Übertragung der Stimmlaute mittels Einfangung von Körperschwingungen qualitativ zu erhöhen. Im einzelnen nimmt der Impedanzwandler 9 eine Impedanzanpassung an ein allenfalls nachgeschaltetes Funkgerät wahr, das über das Kabel 10 mit dem auf Körperschall wirkenden Mikrofon verbunden ist. Das Material der Platte 6 ist so zu wählen, daß es eine geringe Absorptionsfähigkeit gegenüber Schwingungen aufweist, was sich schon mit einem gängigen Federstahl erreichen läßt. Dies führt dazu, daß auf die Schwingungsamplituden des beaufschlagten piezoelektrischen Resonator 7, der mit der Platte 6, nach dem Gesagten eine Symbiose bildet, eingewirkt werden kann, dergestalt, daß dadurch eine schärfere Resonanz erzielt wird, welche zu einer Verbesserung der Wiedergabequalität der Stimmlaute führt. Weitere Vorkehrungen zu diesem finalen Zweck betreffen die Ausgestaltungen der Platte 6, welche unter der Beschreibung von Fig. 2 zur Erläuterung kommen werden. Weil nun die körpersitzigen, von den Stimmlauten initiierten Schwingungen auf die Membrane 5 und nachfolgend über den Zapfen 5a eine fast punktförmige Konzentration erfahren, welche eine verdickende und maximierte Einwirkung auf den piezoelektrischen Resonator 7 auslösen, muß die Platte 6 eine minimale Materialstärke aufweisen, soll deren Widerstand die hierfür notwendige Biegungsschafftigkeit zu erbringen vermögen. Diese minimale Materialstärke der Platte 6 ist auch dadurch bedingt, daß das ganze Mikrofon im Durchmesser bloß nur noch 10 mm groß ist, und daß demnach die Platte 6 einen Durchmesser von vielleicht noch 6-7 mm aufweisen wird.

An Stelle des piezoelektrischen Resonators 7 kann als Wandler ein in der Figur nicht ersichtlichen Induktionselement, das vorzugsweise aus einer Spule und einem Magnetkern besteht, vorgesehen werden. Dieses Element ist in einem gewissen Abstand der Platte 6 nachgeschaltet. Spule und Magnetkern bilden einen sogenannten dynamischen Wandler, der ohne die beim piezoelektrischen unabdingbar notwendige Spannung ("Phantom-Speisung") auskommt. Die Übertragung geschieht hier durch die vom Wandler erzeugte Induktion in Abhängigkeit der Schwingungen, die von der Platte 6, aufgrund deren Beaufschlagung durch die körpersitzige

DE 41 90 521 C1

7

8

Membrane 5, ausgeben. Eine solche Variante eignet sich überall dort, wo eine Spannung zur Speisung des piezoelektrischen Resonators 7 nicht zur Verfügung steht, wie dies beispielsweise bei Garnituren für Piloten der Fall ist.

Fig. 2 zeigt einen Schnitt durch die Ebene II-II von Fig. 1. Ersichtlich ist hier die Verankerungsart und die geometrische Form der Platte 6. Diese ist von rundlicher Form, und sie ist über eine Dreipunkt-Fixierung 6a, 6b, 6c mit der Innenwand des Zwischenringes 4 verbunden. Verbindet man diese drei Fixierungspunkte durch eine gedankliche Linie miteinander, so entsteht ein gleichseitiges Dreieck. Diese Konfiguration ist ursächlich für eine Gleichförmigkeit bezüglich der entstehenden Knotenlinien der Klangfigur verantwortlich, so daß die Klangfigur ein auf Oberschwingungen getrimmtes Klangbild ergibt, bei welchem die beiden Frequenztöne bevorzugt übertragen werden. Selbstverständlich können andere Fixierungsarten vorgesehen werden, die ohne weiteres ein Korrektiv zu den übrigen Variablen einer eingesetzten Platte bilden können. Jedem Fixierungspunkt 6a, 6b, 6c sind Einschnitte 6d, 6e, 6f in der Platte 6 zugeordnet, die geometrisch betrachtet ebenfalls einen gleichförmigen Verlauf beschreiben. Diese Einschnitte 6d, 6e, 6f bilden eine weitere wirkungsvolle Methode, auf die von der jeweiligen Platte 6 bedingten physikalischen Eigenschaften einzuwirken zu können. Durch diese Einschnitte 6d, 6e, 6f wird die Erregbarkeit der Platte 6 in dem Sinne verändert, daß eine zu scharfe Resonanz dieser Platte 6, deren Verlaufskulmination des Frequenzgangs über die optimalen 3000 Hz. zeigen würde, gemildert wird. Damit die Verankerungspunkte 6g, 6h, 6i der Platte 6 nicht zu schwach ausfallen, werden die Einschnitte 6d, 6e, 6f bei bedarfsmäßiger weitergehender Minderung der Resonanz gegen das Innere der Platte 6 abgewinkelt weitergeführt, wobei in diesem Zusammenhang zu beachten ist, daß die Platte 6 im Bereich des piezoelektrischen Resonators 7 eine möglichst große freie Fläche aufweist. Eine weitere Variable der Platte 6 bildet die Breite dieser Einschnitte 6d, 6e, 6f, die von Fall zu Fall den jeweiligen Bedürfnissen hinsichtlich des gewünschten Frequenzgangs anzupassen ist. Horizontale oder quasi-horizontale auf die Fixierungspunkte 6a, 6b, 6c auftreffende Schwingungen vermögen sich, wegen des dort gegenüber der Beaufschlagungsebene der Platte 6 resultierenden Steifigkeitsgefälles, nicht ins Innere bis zum piezoelektrischen Resonators 7 fortzupflanzen: Im allgemeinen prallen diese Schwingungen dort ab, worauf sie primär vom Isolationskörper 3 absorbiert werden. Der einzige Weg, den Schwingungen größter Energie allenfalls offenstehen, ist eine Oberflächen-Fortpflanzung entlang der Stirnseiten der Platte 6, von einem Fixierungspunkt zu den übrigen. Je genauer die gleichseitige Dreiecksform der Fixierungspunkte 6a, 6b, 6c untereinander ist, desto größer wirkt sich die gegenseitige Neutralisierung der Schwingungen, die von einem Punkt zu den anderen wandern, aus. Damit erweist sich die gewählte Dreipunkt-Fixierungsart der Platte 6 von der Geometrie eines gleichseitigen Dreiecks in doppelter Hinsicht als vorteilhaft. Darüber hinaus, eine kleine Oberflächenrauheit der ganzen Platte 6 wirkt sich energievernichtend auf diese Schwingungen aus. Die Umgebung der maximal aktivierbaren Stelle des piezoelektrischen Resonators 7 erfährt demnach auf jeden Fall keine Beaufschlagung durch Schwingungen aus den Umgebungsgeräuschen.

Einschläende Schwingungen auf das Mikrofon über eine andere Ebene werden ohnehin vom Isolationskörper

3 neutralisiert. Die Kompaktheit des ganzen Mikrofons, das eine Höhe von ca. 8 mm aufweist, verunmöglicht sodann, daß sich ein Eigenschwingungsverhalten einstellen könnte. Die einzige "schwingungsdurchlässige" Ebene ist die membranseitige, welche ja körperseitig anliegt, weshalb das Mikrofon, d. h. der piezoelektrische Resonator, d. h. das Induktionselement, nur von den Körperschwingungen beaufschlagt werden kann.

Fig. 3 zeigt ein mögliches Verwendungsbeispiel des Mikrofons nach den Fig. 1 und 2, wobei die hier gezeigte Hör-Sprech-Garnitur zugleich Abhilfe gegen die Nachteile bekanntgewordener einsatzgleicher Garnituren schaffen will.

Eine bekanntgewordene ohrseitige tragbare Einrichtung besteht aus einem mit dem Tragteil der Hör- und Sprech-Kapsel zusammenhängenden, kopfseitig abgekröpften, nierenförmigen Bügel, dessen Öffnung kleiner als die mittlere Größe eines Ohres ist. Die Aufsetzung dieser Garnitur gestaltet sich dabei als nicht befriedigend, denn dieser Vorgang setzt jedesmal voraus, daß das Ohr durch die nierenförmige Öffnung gezwungen werden muß. Daneben erweist sich die Abkröpfung des Bügels, gegenüber der Hör-Sprech-Fläche, nicht für alle Ohrformen als ideal: Bei abstehenden Ohren wird die Garnitur lose und unpositioniert hängen; bei anliegenden Ohren werden sich unweigerlich Druckstellen schmerhaft bemerkbar machen. Aber nicht nur die Aufsetzung der Garnitur vermag ergonomisch und konformäßig zu befriedigen, sondern auch das nachfolgende Abnehmen gestaltet sich unhandlich. Diese Unhandlichkeit wird dann durch übermäßige Kraftanwendung wettgemacht, was dazu führt, daß schmerzhafte Verformungen des Ohres die Folge sind. Bei einer solchen Garnitur mit einem in sich geschlossenen Ohrbügel sind auch Verletzungen des Ohres potentiell immer gegeben, so wenn die Garnitur über ein Kabel mit einer festen Anschlußstelle verbunden ist, und die Garnitur beim Verlassen des Ortes nicht abgelegt wird, worauf das Ohr gefährlich und schmerhaft gezogen wird.

Anders die nun hier vorgeschlagene Garnitur, deren Bügel 11 sich jeder Ohrform optimal anpassen kann, ohne irgendwelche Druckstellen am Ohr selbst zu erzeugen. Dies wird erreicht, indem der Ohrbügel 11 in mindestens einer Ebene seiner räumlichen Ausdehnung einen Nachgiebigkeitsgrad aufweist, d. h. der Ohrbügel 11 ist gegenüber einem Hör-Sprech-Einsatz 12 federnd beweglich. Ein Nachgiebigkeitsgrad des Ohrbügels 11 geht aus Fig. 3 hervor: im Ruhzustand ist dieser Ohrbügel 11 bis etwa Mitte des Hör-Sprech-Einsatzes 12 durch einen am Anfang des Ohrbügels 11 wirkenden Federteil 11b eingeknickt, wie dies die Position 11a des Ohrbügels 11 versinnbildlichen will. Dies bedeutet, daß der Federteil 11b gegenüber der inneren ohrseitigen Fläche des Einsatzes 12 abgekröpft ist, dergestalt, daß die Spannungsentfaltung bei Garnitur im Tragzustand aus der federmäßigen Abkröpfungskraft aus dem Federteil 11b gegeben ist, womit hierdurch eine zweite Nachgiebigkeitebene des Ohrbügels 11 wirkt. Der Abkröpfungsabstand bei Garnitur auf Mann ist ein Maß zwischen innerer ohrseitiger Fläche des Einsatzes 12 und Lage des Ohrbügels 11, entsprechend dem Höhendifferenz zwischen Ohreingang, wo sich die Hörkapsel 13 einnistet, Schläfenknochengegend, wo das Mikrofon anliegt, und Hinterohrwanz, wo der Bügel 11 anliegt und dort die notwendige Stabilität für die ganze Garnitur entfaltet. Die Flexibilität des Ohrbügels 11, sei es allein über den gezeigten Federteil 11b, oder über einen ganzheitlich federbaren Bügel, macht möglich,

## DE 41 90 521 C1

9

daß sich die Garnitur leicht aufsetzen und abnehmen läßt. Ein ganzheitlich flexibler Ohrbügel verformt und paßt sich leicht an nach der jeweiligen Kontur der Hinterohrwurzel, was sich wiederum auf die Lage der Hörkapsel 13 und des Mikrofons 1-10 positiv auswirkt, indem dieses und jene die ihnen zugedachte Lagen betriebsoptimal einnehmen. Selbstverständlich kann der Ohrbügel 11 eine weitere komforterzeugende Abkröpfung 11c aufweisen, die sich von der Linienführung des Ohrbügels 11 schädelseitig abhebt, wobei diese Abkröpfung 11c ohne weiteres nur die untere Partie des Ohrbügels 11 erfassen kann, während die restliche Partie des Ohrbügels 11 bis zum Einsatz 12 die ursprüngliche Linienführung beibehält. Das Kabel 14 zu einer Anschlußstelle wird innerhalb des Ohrbügels geführt, was im Tragzustand der Garnitur eine Zugentlastung auf die ganze Garnitur bewirkt, und keine störende Wirkung auf die Vorderseite des Gesichts entfaltet.

Vorzugsweise weist das Kabel 14 eine schraubenförmige Weiterführung auf, welche störungsfrei unterschiedliche Distanzen zwischen Ohr und Anschlußstelle zu überbrücken vermag.

Schlußendlich zeigt Fig. 4 eine Garnitur 12a, die allein eine Hörkapsel enthält, wobei diese Konzeption des Ohrbügels 11 und seiner Ausgestaltung die gleiche wie die in der vorangegangenen Fig. 3 beschriebene Ausführung ist.

Selbstverständlich kann das erfundungsgemäße Mikrofon 1-10 in jede andere Hör-Sprech- oder Sprech-Garnitur integriert werden. Hier wird insbesondere an Hör-Sprech-Garnituren gedacht, deren Abnahme der Sprachlaute ab Kehlkopf geschieht.

## Patentansprüche

35

1. Auf Körperschall ansprechende Mikrophon im wesentlichen bestehend aus einer Mikrofonkapsel, einem körpersitzigen Schallabnehmer und einem diesem nachgeschalteten Wandler, der mit oder ohne Verstärker/Impedanzwandler arbeitet und aus einer Platte und einem damit integrierten piezoelektrischen Resonator besteht, mit denen der körpersitzige Schallabnehmer in Wirkverbindung steht, wobei die Platte an verschiedenen diskreten Stellen direkt oder indirekt mit der Mikrofonkapsel verbunden ist und Einschnitte nahe der Verbindungsstellen aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindung der Platte (6) mit der Mikrofonkapsel (1) eine Dreipunktfixierung ist, deren drei Fixierungspunkte (6a, 6b, 6c) die Ecken eines gleichseitigen Dreiecks bilden, wobei jedem dieser drei Fixierungspunkte jeweils mindestens ein Einschnitt (6d, 6e, 6f) der Platte zugeordnet ist.

2. Auf Körperschall ansprechendes Mikrophon im wesentlichen bestehend aus einer Mikrofonkapsel, einem körpersitzigen Schallabnehmer und einem diesem nachgeschalteten Wandler, der aus einer Platte und einem daran befestigten Induktionselement besteht, mit denen der Schallabnehmer in Wirkverbindung steht, wobei die Platte mit der Mikrofonkapsel verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindung der Platte (6) mit der Mikrofonkapsel (1) eine Dreipunktfixierung ist, deren drei Fixierungspunkte (6a, 6b, 6c) die Ecken eines gleichseitigen Dreiecks bilden, wobei jedem dieser drei Fixierungspunkte jeweils mindestens ein Einschnitt (6d, 6e, 6f) der Platte zugeordnet ist.

3. Mikrophon nach Anspruch 1, dadurch gekenn-

10

zeichnet, daß Schwerpunkt der Platte (6) und Schwerpunkt des piezoelektrischen Resonator (7) zusammenfallen.

4. Mikrophon nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der körpersitzige Schallabnehmer (5) über einen Zapfen (5a) direkt auf den Schwerpunkt der Platte (6) wirkt.

5. Mikrophon nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Platte (6) aus einer Bronzelegierung besteht.

6. Mikrophon nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Einschnitte (6d, 6e, 6f) gegenüber den ihnen jeweils zugeordneten Fixierungspunkten (6a, 6b, 6c) jeweils den gleichen Verlauf haben.

7. Mikrophon nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Einschnitte (6d, 6e, 6f) mit zunehmender Entfernung von den Rändern der Platte (6) mindestens eine zum Zentrum der Platte (6) hin gerichtete Abwinkelung aufweisen.

8. Verwendung von Mikrophonen nach einem der Ansprüche 1 bis 7 in Hör-Sprech-Garnituren oder Sprech-Garnituren, bei denen die Abnahme der Sprachlaute im Bereich des Kehlkopfes und/oder an einer anderen zur Abnahme der Sprachlaute prädestinierten Stelle des Körpers vorgenommen wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

ZEICHNUNGEN SEITE 1

Nummer: DE 41 90 521 C1  
Int. Cl.<sup>5</sup>: H 04 R 1/46  
Veröffentlichungstag: 3. März 1994

FIG. 1

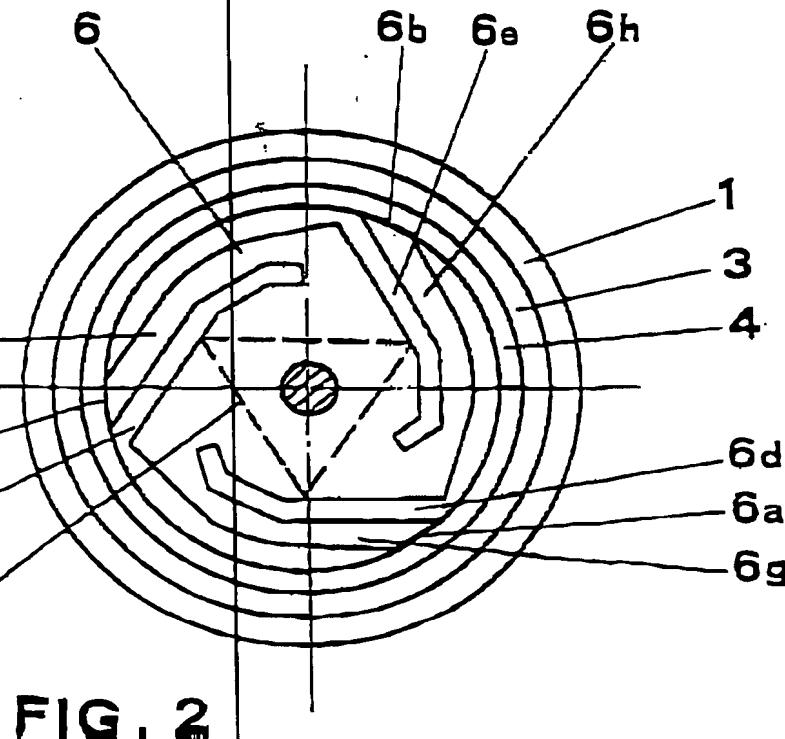
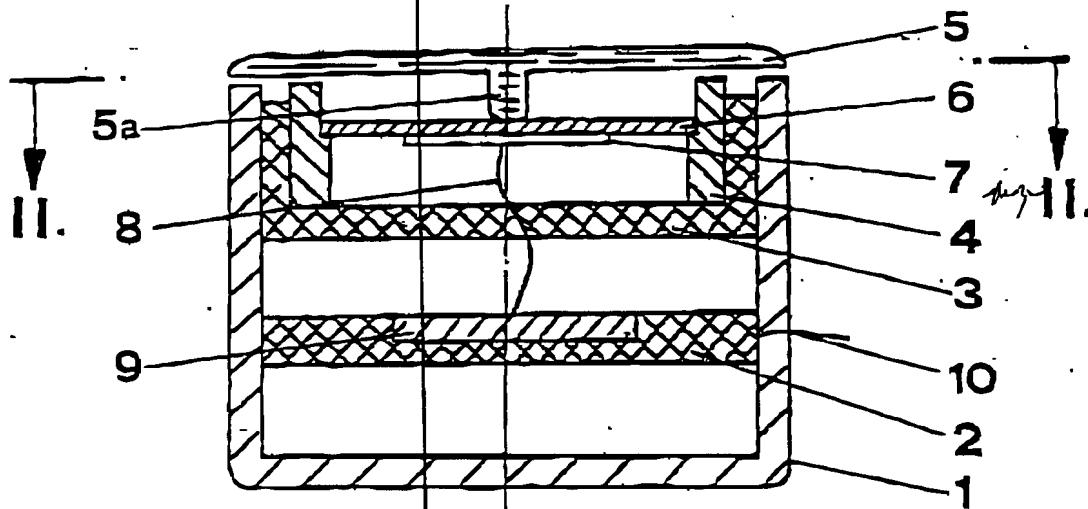


FIG. 2

ZEICHNUNGEN SEITE 2

Nummer: DE 41 90 621 C1  
Int. Cl. 5: H 04 R 1/48  
Veröffentlichungstag: 3. März 1994

FIG 3

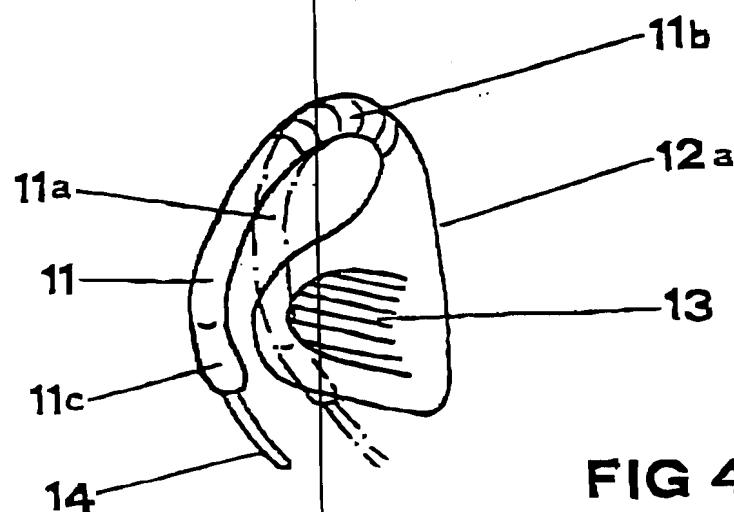
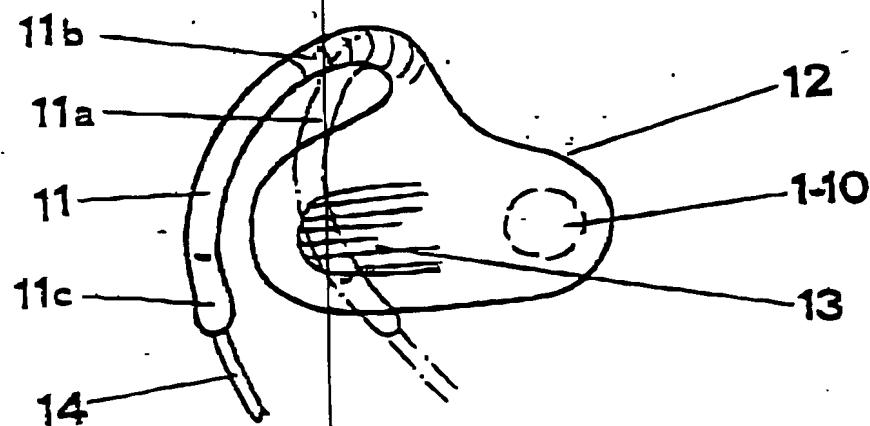


FIG 4